

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 616**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/32 (2006.01)

H01Q 1/42 (2006.01)

H01Q 15/00 (2006.01)

G01S 13/93 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2009 E 09009601 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2151888**

54 Título: **Radomo para un sensor de radar en un vehículo automóvil**

30 Prioridad:

01.08.2008 DE 102008036011

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

13.04.2015

73 Titular/es:

**AUDI AG (100.0%)
85045 Ingolstadt , DE**

72 Inventor/es:

**PFEIFFER, FLORIAN;
BIEBL, ERWIN, PROF., DR. y
SIEDERSBERGER, KARL-HEINZ, DR.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 533 616 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Radomo para un sensor de radar en un vehículo automóvil

5 La invención concierne a un radomo para un sensor de radar en un vehículo automóvil en el que al menos una pared del mismo está provista, en una primera superficie, de al menos una primera estructura tridimensional, presentando una segunda superficie opuesta a la primera superficie al menos una segunda estructura adaptada a la al menos una primera estructura de tal manera que sea sustancialmente igual el camino óptico para las ondas electromagnéticas en puntos de la pared tanto con estructuras como sin estructuras.

10 El empleo de sistemas de asistencia al conductor, tales como sistemas de mantenimiento de distancia o dispositivos de navegación, está aumentando cada vez más. Los sensores necesarios para ellos son, por ejemplo, cámaras o bien sensores de radar. En el caso de sensores de radar, es óptimo también desde el punto de vista técnico que en la zona de trabajo del sensor no puedan hallarse obstáculos distintos de los objetos de medida. Sin embargo, por motivos de diseño, es digno de esfuerzo ocultar los sensores de radar detrás del revestimiento del vehículo.

15 En el caso de la incorporación de un sensor de radar en el frente del vehículo, o, dicho más exactamente, detrás de la rejilla de protección del radiador, una posibilidad consiste en incorporar un radomo en forma de una cubierta dentro de los puntales de la rejilla de protección del radiador. En este caso, las estructuras horizontales de la rejilla de protección del radiador se pueden llevar más lejos en forma de estructuras tridimensionales, sin que se origine un perjuicio en la exactitud de la medición angular de la posición de ubicación determinada por el sensor de radar. No obstante, la transferencia de las estructuras verticales de la rejilla de protección del radiador al radomo falsea la determinación de la posición de ubicación en un medida tal que su empleo es imposible.

20 Se conoce por el documento JP 2003142917 A un radomo que, al producirse una incidencia perpendicular de una radiación de rayos X sobre la superficie, retarda en la medida de un desplazamiento de fase de 180° la radiación de rayos X reflejada en una zona parcial de la superficie para eliminar pérdidas por reflexión en el radomo. A este fin, se decala una parte de la superficie en un cuarto de la longitud de onda con respecto a otra parte de la superficie. Las zonas decaladas y las zonas no decaladas del radomo presentan entonces un espesor idéntico.

25 El documento JP 06224614 A concierne a un radomo con espesor constante. Gracias a una adaptación de la constante dieléctrica del material del radomo a lo largo de la superficie del mismo se consigue que el camino óptico para ondas de radio a través del radomo, que inciden sobre la superficie del mismo, sea igual en posiciones diferentes.

30 Por tanto, la invención se basa en el problema de indicar un radomo que pueda estructurarse a voluntad sin que padezca por ello la determinación angular por el sensor de radar.

Para resolver el problema se ha previsto según la invención en un radomo para un sensor de radar de un vehículo automóvil que la al menos una primera estructura sea un bombeado alargado y que la al menos una segunda estructura sea una concavidad alargada.

35 Por tanto, se ha previsto según la invención que sea provista de una estructura no sólo la superficie del radomo vuelta hacia el lado exterior del vehículo automóvil, sino también la superficie vuelta hacia el lado interior del vehículo automóvil. En este caso, la segunda estructura se debe adaptar a la primera estructura de tal manera que el camino óptico para ondas electromagnéticas sea el mismo, independientemente del sitio en que la onda electromagnética pase a través del radomo.

40 Para el cálculo de la segunda estructura se tienen que establecer varios supuestos. En primer lugar, se supone que la onda retrorreflejada por el objeto diana incide como una onda plana sobre el radomo. Se puede partir así de una fase constante en las ondas retrorreflejadas. Para el cálculo del lado trasero se pueden emplear aún varias magnitudes: n_0 designa el índice de refracción fuera del radomo y n_1 designa el índice de refracción en el propio radomo. Con $\vec{r}_{i,j}$ se designan, para $i = 1, 2$, dos rayos de una onda electromagnética, identificando $j = 1$ la dirección de propagación delante del radomo, $j = 2$ la dirección de propagación en el radomo y $j = 3$ la dirección de propagación detrás del radomo. Estos son ejemplos de valores para la onda completa o para cualesquiera rayos de esta onda. Para que la longitud del camino óptico sea ahora constante para todos los caminos, se tiene que cumplir la ecuación 1:

$$\left(|\vec{r}_{i,1}| + |\vec{r}_{i,3}| \right) \cdot n_0 + |\vec{r}_{i,2}| \cdot n_1 = const.$$

50 Ventajosamente, la al menos una segunda estructura puede estar configurada de tal manera que la dirección de propagación de ondas electromagnéticas delante y detrás del radomo sea sustancialmente paralela. Es necesario para ello que en el cálculo se incorpore también la correlación entre el ángulo de incidencia α_e y el ángulo de emergencia α_a en la transición aire-radomo y en la transición radomo-aire según la ley de difracción de Snellius. Esto se describe con la ecuación 2:

$$\frac{\text{sen } \alpha_e}{n_a} = \frac{\text{sen } \alpha_a}{n_e}$$

n_a es aquí el índice de refracción del medio de la onda emergente y n_e es el índice de refracción del medio de la onda incidente. Independientemente de si se trata de la transición aire-radomo, o viceversa, se puede utilizar n_1 para n_a y n_2 para n_e , y viceversa.

- 5 Teniendo en cuenta esta relación, se puede conseguir que las ondas electromagnéticas discurran también nuevamente paralelas después de salir del radomo. Teniendo en cuenta la ecuación 1 y la ecuación 2, se fija unívocamente la estructuración en la segunda superficie. El cálculo se efectúa aquí para la llamada dirección principal. Los sensores de radar tienen típicamente un ángulo de apertura de $\pm 8^\circ$ y la dirección principal corresponde a un ángulo de 0° .
- 10 Según la invención, la al menos una primera estructura es un bombeado alargado y la al menos una segunda estructura es una concavidad alargada. Mientras que los bombeados alargados horizontales no falsean la determinación de la posición de ubicación por medio del sensor de radar, esto ya no se cumple para otros bombeados, especialmente los bombeados verticales. La forma de la segunda estructura no resulta tampoco de manera sencilla por medio de un desplazamiento de la forma de la sección transversal de la primera estructura hacia
- 15 la forma de la sección transversal de la segunda estructura.

De manera especialmente ventajosa el espesor del radomo en sitios sin estructuras puede corresponder sustancialmente a un múltiplo de la mitad de la longitud de onda de las ondas electromagnéticas en el material del radomo. Por ejemplo, su espesor puede corresponder sustancialmente a una longitud de onda de las ondas electromagnéticas en el material del radomo. Gracias a esta configuración de la pared del radomo, ésta, por así decirlo, se hace invisible para las ondas electromagnéticas.

20

En otra ejecución el radomo puede comprender dos paredes unidas una a otra con estructuras primeras y segundas sustancialmente simétricas. Gracias a la disposición simétrica se puede compensar desviaciones que eventualmente se presenten respecto del paralelismo de los rayos. Por tanto, se puede restablecer también la distribución de densidad original de las ondas electromagnéticas antes de pasar por el radomo.

- 25 Asimismo, la invención concierne también a un sensor de radar con un radomo asociado.

Otras ventajas, características y detalles de la invención se desprenden de los ejemplos de realización descritos en lo que sigue y con ayuda de los dibujos. Muestran en estos:

La figura 1, la vista frontal parcial de un vehículo automóvil que comprende un radomo según la invención,

La figura 2, la sección transversal de una primera y una segunda estructuras de un radomo según la invención,

- 30 Las figuras 3 a - c, ejecuciones de la primera y la segunda estructuras en la vista en sección transversal,

La figura 4, la vista frontal parcial de un vehículo automóvil con un radomo según la invención en una segunda ejecución,

La figura 5, las curvas de diferentes mediciones angulares y

La figura 6, las estructuras primeras y segundas de un radomo de dos paredes en sección transversal.

- 35 La figura 1 muestra la rejilla 1 de protección del radiador de un vehículo automóvil 2. Ésta presenta tanto estructuras horizontales 3 como estructuras verticales 4. En la rejilla 1 de protección del radiador está incorporado también el radomo 5. Cuando el radomo 5 presenta la ejecución según la invención de la superficie del lado interior del vehículo, tal como puede verse en la figura 1, no sólo las estructuras horizontales 3, sino también las estructuras verticales 4 se prolongan sobre la superficie exteriormente colocada por el lado del vehículo automóvil.

- 40 La figura 2 muestra una representación esquemática de las magnitudes para el cálculo de la segunda estructura 7. En el lado exterior 10 del vehículo automóvil se encuentra la superficie de referencia 11, que representa una superficie de fase constante. Esto se basa en el supuesto de que la onda retroreflejada incide como una onda plana sobre el radomo. Ésta es perpendicular a la dirección de propagación de la onda electromagnética. En el lado interior 12 del vehículo automóvil y también en el lado exterior 10 del vehículo automóvil se supone que el medio es
- 45 aire, por lo que en estas zonas se aplica siempre el mismo índice de refracción 13, designado como n_0 en las ecuaciones. Por el contrario, en la pared 14 del radomo 5 se presenta el índice de refracción 15 que puede encontrarse como n_1 en las ecuaciones. Se optimizará ahora la segunda estructura 7 para los rayos 16 y 17 de tal manera que, por un lado, el camino óptico para ambos rayos sea de igual longitud y, por otro lado, estos rayos sean nuevamente paralelos después de salir del radomo en la superficie de referencia 18. Para el cálculo de la segunda

- 50 estructura intervienen en el mismo los rayos parciales 19, 20 y 21 del rayo 16 como $\vec{r}_{1,1}$, $\vec{r}_{1,2}$ y $\vec{r}_{1,3}$,

respectivamente, y para el rayo 17 los rayos parciales 22, 23 y 24 como $\vec{r}_{2,1}$, $\vec{r}_{2,2}$ y $\vec{r}_{2,3}$. El ángulo de incidencia 25 y el ángulo de emergencia 26, que pueden encontrarse en la ecuación 2 como α_e y α_a , respectivamente, han sido empleados, como se representa en la figura 2, según los convenios de la óptica geométrica. Por tanto, debido a la conformación del radomo 5 la longitud del camino óptico desde la superficie de referencia 11 hasta la superficie de referencia 18 es el mismo para rayos paralelos de cualquier clase, y estos son paralelos también después de abandonar la pared 14 del radomo.

La figura 3a muestra un fragmento de una sección transversal de radomo 5, en el que están reproducidas la primera estructura 6 y la segunda estructura 7. Como puede verse, la paralela 8 a la primera estructura no coincide con la segunda estructura 7. La paralela 8 a la primera estructura coincide exactamente con la segunda estructura 7 en los sitios en los que las ondas electromagnéticas 9 atraviesan más o menos el radomo sin variación de dirección. Las figuras 3b y 3c muestran ejecuciones diferentes de la sección transversal de la primera estructura 6 y la segunda estructura 7. En la figura 3b la primera y la segunda estructuras 6 y 7 están aplanadas en la zona central en comparación con la figura 3a, mientras que en la figura 3c se ha realizado un aplanamiento completo en la zona central. Por consiguiente, la conformación de la primera estructura y de la segunda estructura correspondientemente calculada es variable y no se limita a los ejemplos de realización.

En la figura 4 se puede ver una ejecución alternativa de la rejilla 1 de protección del radiador o de sus estructuras horizontales 3 y sus estructuras verticales 4. En este caso, las estructuras horizontales 3 y también las estructuras verticales 4 no discurren ya enteramente en dirección horizontal y en dirección vertical, respectivamente, sino que presentan un patrón serpenteante u ondulado. Esta conformación de las primeras estructuras 6 en el lado exterior 10 del vehículo automóvil no es posible sin el empleo según la invención de las segundas estructuras 7 sobre la superficie del lado interior 12 del vehículo automóvil, ya que, en caso contrario, se falsearía considerablemente la medición angular del sensor de radar situado detrás del radomo 5. Por tanto, se pueden realizar unas primeras estructuras 6 de cualquier clase en la superficie del radomo 5 correspondiente al lado exterior del vehículo automóvil, sin que se perjudique la exactitud de la medición angular del sensor de radar.

La acción de un lado trasero optimizado de esta manera se encuentra representada en la figura 5. La figura 5 muestra una medición angular, en la que se ha registrado sobre el eje x 27 el ángulo de referencia y sobre el eje y 28 el ángulo de medida de un sensor de un radar automóvil de campo lejano. Mientras que los puntos de medida de la línea 29 de la medición de referencia registrada sin radomo y los puntos de la línea 30 con un radomo con alma vertical y lado trasero optimizado son casi idénticos y discurren muy próximos a la bisectriz 31 del ángulo, los valores de medida de la curva 32, que proceden de un radomo con un alma vertical, pero con un lado trasero plano, difieren en parte drásticamente del valor deseado. Se sigue de esto que la utilización de estructuras verticales o no horizontales se hace posible solamente con la configuración del lado trasero del radomo según la invención.

La figura 6 muestra un radomo 5 que comprende dos paredes 14 y 36, en las que la primera estructura 6 y la segunda estructura 7 se encuentran de nuevo simétricamente como estructura 34 y estructura 35. Con esta disposición no sólo es posible que los rayos 9 hayan recorrido el mismo camino óptico después de pasar por el radomo 5 y sean paralelos uno a otro, sino que, además, se anula de nuevo el efecto lenticular mediante el cual los rayos se han compactado algo después de pasar por la pared 14 hacia el centro de las estructuras 6 y 7. Por tanto, en el caso óptimo se puede materializar en la superficie de referencia 18 exactamente el mismo estado que se presentaba en la superficie de referencia 11, con lo que el radomo 5 es completamente invisible para el sensor de radar. De este modo, no sólo se puede minimizar la susceptibilidad a errores en la determinación angular, sino también la atenuación de la onda electromagnética en el radomo, tal como ocurre también en la ejecución con una sola pared.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Radomo para un sensor de radar en un vehículo automóvil, en el que al menos una de sus paredes está provista, en una primera superficie, de al menos una primera estructura tridimensional, en el que una segunda superficie opuesta a la primera superficie presenta al menos una segunda estructura (7, 34) adaptada a la al menos una primera estructura (6, 35) de tal manera que el camino óptico para ondas electromagnéticas en sitios de la pared (14, 36) tanto dotados de estructuras como carentes de estructuras sea sustancialmente idéntico, caracterizado por que la al menos una primera estructura (6, 35) es un bombeado alargado y la al menos una segunda estructura (7, 34) es una concavidad alargada.
- 10 2. Radomo según la reivindicación 1, caracterizado por que la al menos una segunda estructuras (7, 34) está configurada de tal manera que la dirección de propagación de ondas electromagnéticas delante y detrás del radomo (5) sea sustancialmente paralela.
3. Radomo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que su espesor en sitios sin estructuras es sustancialmente igual a un múltiplo de la mitad de la longitud de onda de las ondas electromagnéticas en el material del radomo (5).
- 15 4. Radomo según la reivindicación 3, caracterizado por que su espesor corresponde sustancialmente a una longitud de onda de las ondas electromagnéticas en el material del radomo.
5. Radomo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende dos paredes (14, 36) unidas una a otra con estructuras primeras y segundas (6, 7, 34, 35) sustancialmente simétricas.
- 20 6. Radomo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está integrado en una rejilla (1) de protección del radiador de un vehículo automóvil (2).
7. Sensor de radar con un radomo asociado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

FIG. 1

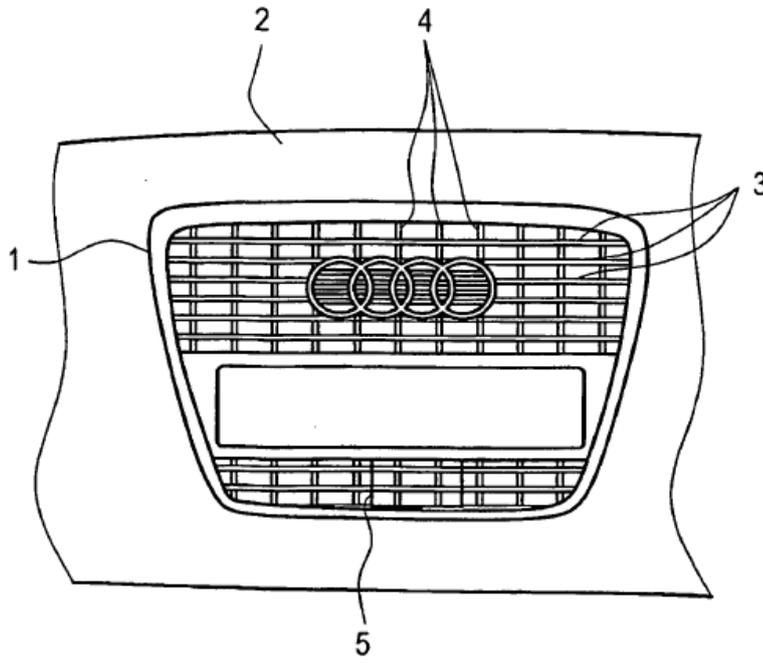


FIG. 2

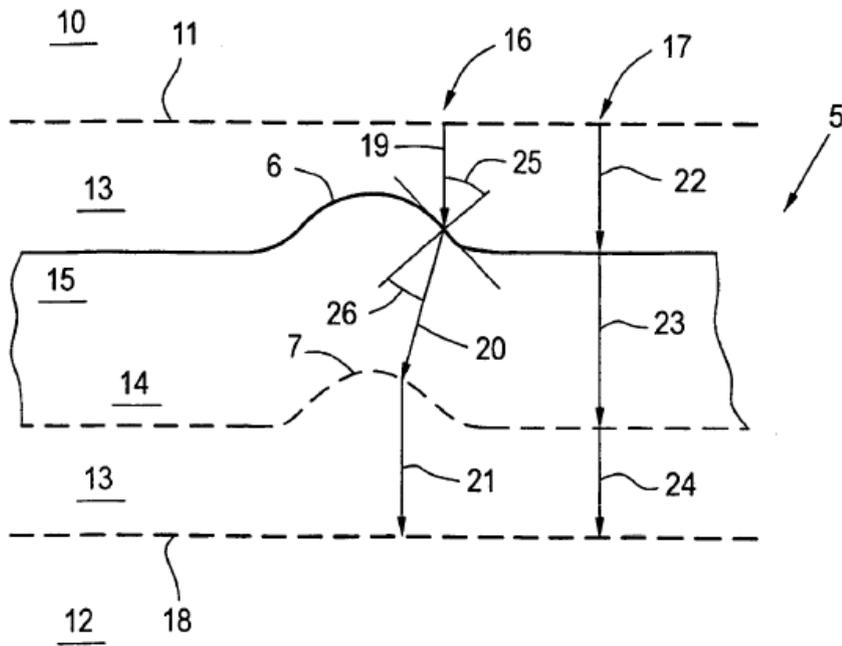


FIG. 3a

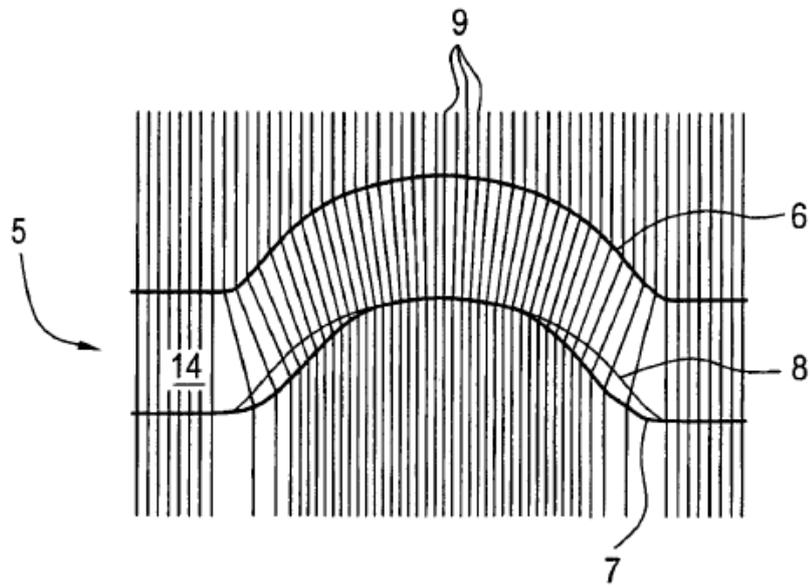


FIG. 3b

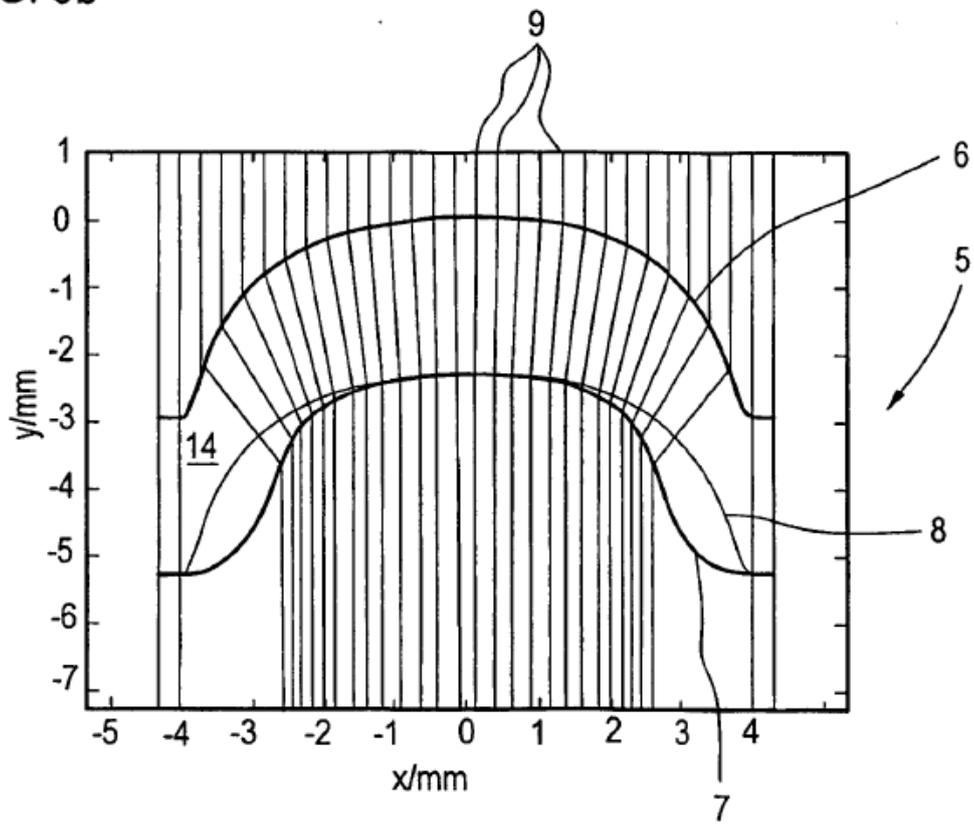


FIG. 3c

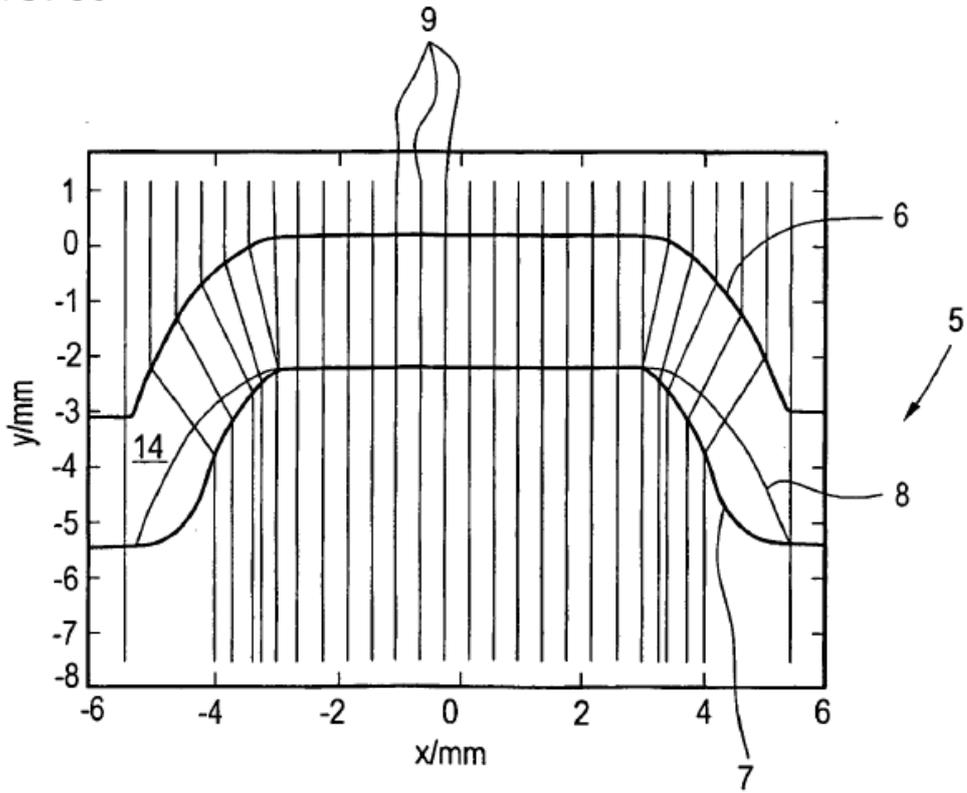


FIG. 4

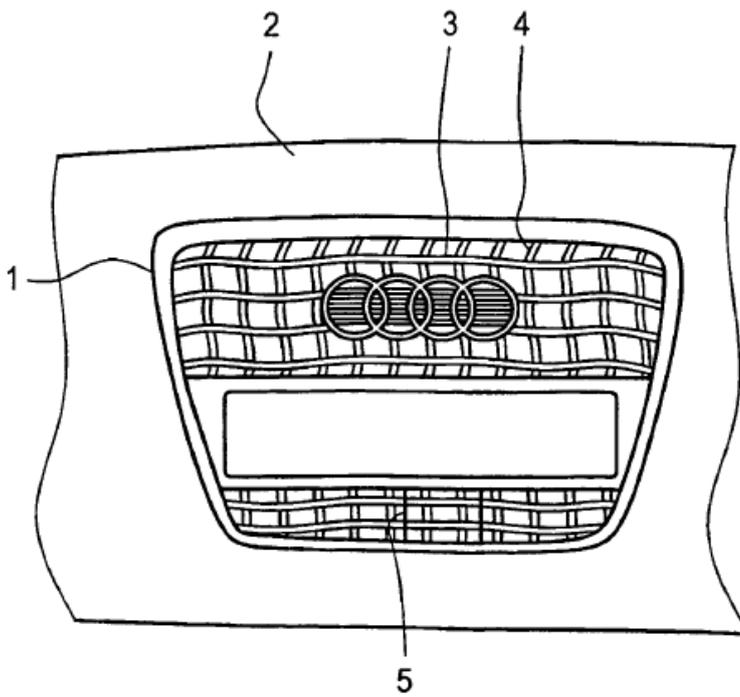


FIG. 5

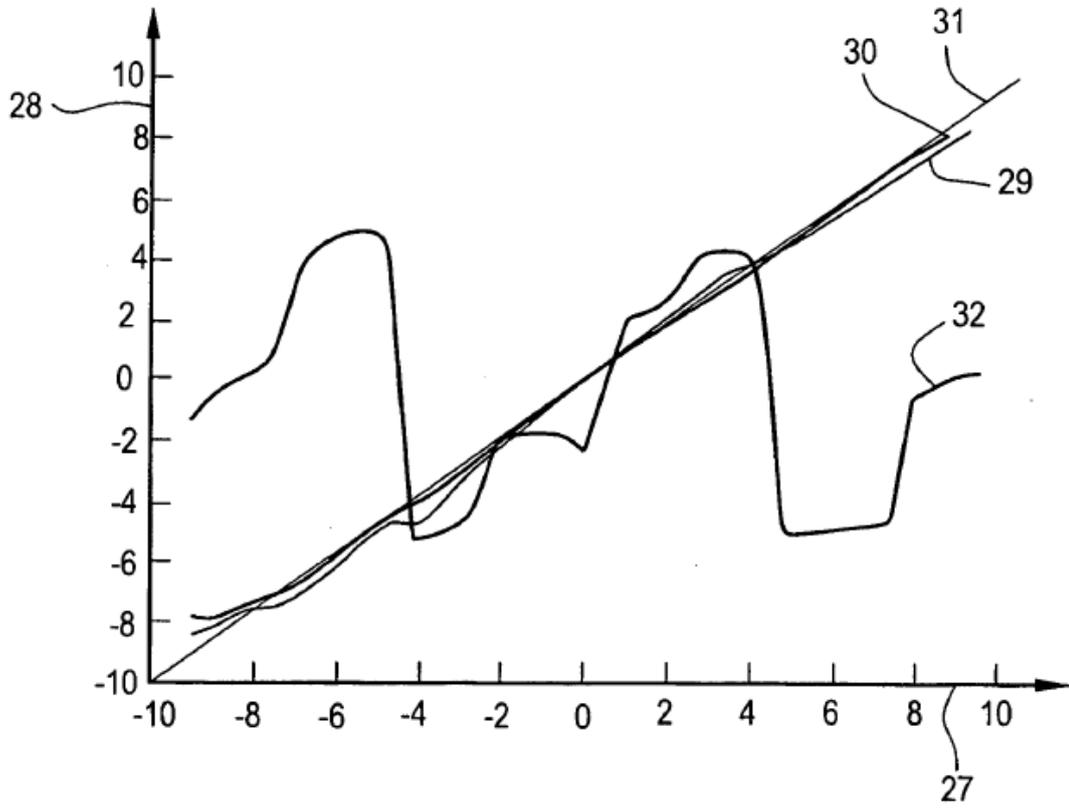


FIG. 6

